



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Pat ntschrift  
10 DE 197 54 185 C 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 01 J 8/02  
F 28 D 9/00

21 Aktenzeichen: 197 54 185.2-41  
22 Anmeldetag: 6. 12. 97  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 4. 2. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
DEG Engineering GmbH, 45881 Gelsenkirchen, DE

74 Vertreter:  
Honke und Kollegen, 45127 Essen

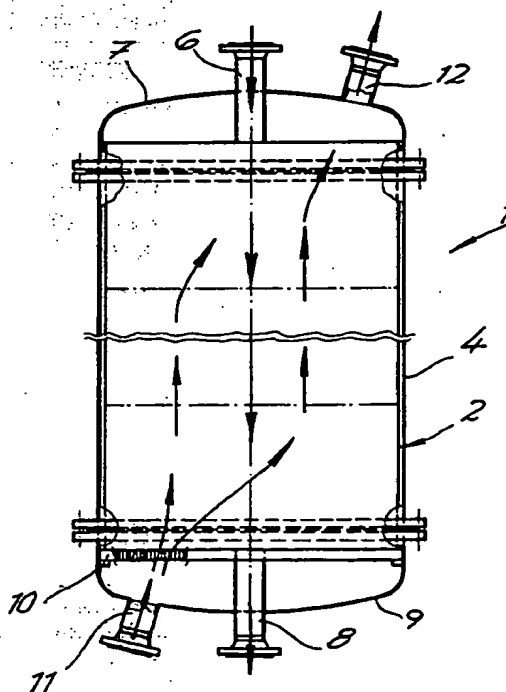
72 Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
Patents Abstracts of Japan, C-378, October 16,  
1986 Vol.10/No.303 betr. die JP 61-118132 A2;

BEST AVAILABLE COPY

54 Reaktor für die katalytische Umsetzung von Reaktionsmedien, insbesondere von gasförmigen Reaktionsmedien

57 Es handelt sich um einen Reaktor für die katalytische Umsetzung von gasförmigen Reaktionsmedien, mit einem Plattenwärmetauscher zum Kühlen des Katalysators in einem Reaktorbehälter. In dem Reaktorbehälter sind Wärmetauscherplatten angeordnet. Zwischen den Wärmetauscherplatten befindet sich ein Katalysator. Die Wärmetauscherplatten sind als Thermobleche ausgebildet. Die Thermobleche sind auf einem Siebboden angeordnet. Während das Reaktionsmedium den Festbettkatalysator durchströmt, werden die Thermobleche im Gegenstromverfahren von einem Kühl- oder Heizmedium durchströmt.



DE 197 54 185 C 1

DE 197 54

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Reaktor für die katalytische Umsetzung von Reaktionsmedien, insbesondere von gasförmigen Reaktionsmedien, mit einem Plattenwärmetauscher zum Kühlen eines Katalysators in einem Reaktorbehälter, wobei in dem Reaktorbehälter nebeneinander mit vorgegebenem Abstand voneinander Wärmetauscherplatten angeordnet und zwischen den Wärmetauscherplatten der von dem jeweiligen Reaktionsmedium durchströmte Katalysator unter Festbettbildung angeordnet ist, mit einer Kühlmediumzuführung im Bereich der Behälterdecke und einer Kühlmediumabführung im Bereich des Behälterbodens.

In der chemischen Reaktionstechnik ist der Einsatz von Reaktoren bekannt, mit deren Hilfe beispielsweise die katalytische Umsetzung von flüssigen oder gasförmigen Reaktionsmedien stattfindet. Im Zuge einer solchen Umsetzung muß ein beträchtlicher Teil der Reaktionswärme abgeführt werden. Die Wärmeabführung kann im Wege eines direkten Wärmeaustausches erfolgen. So ist beispielsweise die direkte Kühlung mit flüssigen Kühlmedien bei exothermen Reaktionen in der Gasphase, die isotherm verlaufen sollen, eine häufig angewandte Kühlmethode. Denn bei der Kühlung mit flüssigen Kühlmedien können hinreichend große Wärmeübergangsflächen Berücksichtigung finden, während flüssige Kühlmedien wegen ihrer großen Wärmekapazität besonders geeignet sind, die Temperaturen unter Kontrolle zu halten.

Man kennt als Reaktoren Rohrbündelapparate, bei denen der Katalysator entweder in den Rohren oder außerhalb der Rohre im Mantelraum angeordnet ist. Je größer der bei der Reaktion umgesetzte Wärmebetrag und je höher die Ansprüche an die Gleichmäßigkeit der Temperaturverteilung sind, desto kleiner muß der Rohrdurchmesser sein, wenn der Katalysator in den Rohren untergebracht ist, und desto enger muß der Rohrabstand sein, wenn der Katalysator außerhalb der Rohre angeordnet ist. Insoweit ist die Auslegung derartiger Rohrbündelapparate problematisch. Das gilt auch für das Einfüllen und den Austausch des Katalysators.

Es ist ferner ein Reaktor der eingangs beschriebenen Ausführungsform bekannt, bei dem die Wärmetauscherplatten einerseits Zwischenräume zur Führung des Kühlmediums begrenzen, andererseits Zwischenräume zur Aufnahme des Katalysators, und zwar in wechselnder Folge. Bei dieser bekannten Ausführungsform ist eine Mehrzahl von Plattenpaketen in vertikaler Orientierung gleichsam fischgratartig bzw. wellenlinienförmig angeordnet. Das ist nicht nur in konstruktiver Hinsicht verhältnismäßig kompliziert, sondern in strömungstechnischer Hinsicht nachteilig. Hinzu kommt, daß dieser bekannte Reaktor im Kreuzstromverfahren arbeitet, weil das Kühlmedium vertikal und das Reaktionsmedium horizontal geführt wird. Sofern Wärme zugeführt und nicht abgeführt werden muß, kann anstelle des Kühlmediums auch ein Heizmedium eingesetzt werden (vgl. PCT WO 95/01834).

Aus der JP 61-118132 ist ein Reaktor für die katalytische Umsetzung von Reaktionsmedien bekannt, mit einem aus Spiralplatten aufgebauten Wärmetauscher, der in einem Katalysatorfestbett angeordnet ist, das von dem jeweiligen Reaktionsmedium durchströmt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Reaktor für die katalytische Umsetzung von Reaktionsmedien, insbesondere von gasförmigen Reaktionsmedien, der eingangs beschriebenen Ausführungsform zu schaffen, der sich durch einen in bedienungstechnischer und strömungstechnischer Hinsicht einfachen und besonders funktionsgerechten Aufbau mit optimalem Wirkungsgrad auszeichnet.

Diese Aufgabe löst die Erfindung bei einem gattungsges-

maßen Reaktor dadurch, daß die Wärmetauscherplatten als von dem Kühlmedium durchströmte Thermobleche ausgebildet sind, die aus zumindest zwei Blechplatten aus Stahl bestehen, die an vorgegebenen Punkten unter Bildung von Strömungskanälen zusammengefügt sind, daß der Plattenwärmetauscher aus den Thermoblechen an die Behälterinnenwand angepaßt ist und auf einen Siebboden aufgesetzt ist, daß der Siebboden eine Maschenweite aufweist, die geringer als die Korngröße der Katalysatoren ist, wobei im Bereich des Behälterbodens eine Reaktionsmediumzuführung und im Bereich der Behälterdecke eine Reaktionsmediumabführung vorgesehen und das jeweilige Reaktionsmedium im Gegenstrom zu dem Kühlmedium geführt ist. – Im Rahmen der Erfindung kann anstelle des Kühlmediums auch mit einem Heizmedium gearbeitet werden, wenn bei der katalytischen Reaktion Wärme nicht abgeführt, sondern zugeführt werden muß. Stets wird eine einwandfreie Temperaturlenkung entlang der Reaktionsstrecke erreicht. Denn bei Thermoblechen handelt es sich um mindestens zwei Blechplatten aus vorzugsweise rostfreiem Stahl, die an vorgegebenen Punkten zusammengeschweißt und unter gleichsam Kissenbildung derart ausgeformt sind, daß z. B. elliptische Strömungskanäle entstehen, welche infolge der kissenförmigen Ausbildung die Turbulenz der Strömung erhöhen und damit zu hervorragenden Wärmeübertragungsverhältnissen führen. In diesen Strömungskanälen zirkuliert das Kühlmedium oder ggf. auch Heizmedium. Derartige Thermobleche sind selbsttragend und ermöglichen die Verwirklichung eines kompakten Wärmetauschers mit großer Heizflächendichte ohne Strömungstotzonen, wobei eine Anpassung an die räumlichen Einbauverhältnisse und folglich an die Behälterinnenwand des Reaktors unschwer möglich ist. Da die Thermobleche nicht nur die Funktion der Wärmetauscherplatten übernehmen, sondern auch die für das Kühlmedium (ggf. Heizmedium) erforderlichen Strömungskanäle bilden, wird im Gegenstromverfahren gearbeitet zumal sich der Festbettkatalysator in den Zwischenräumen zwischen den Wärmetauscherplatten bzw. Thermoblechen befindet. Im ganzen entsteht eine einfache und dennoch funktionsgerechte und in strömungstechnischer Hinsicht vorteilhafte Bauweise, welche sich durch optimalen Wirkungsgrad auszeichnet. Diese technischen Wirkungen werden dadurch noch optimiert, daß nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die Thermobleche als im wesentlichen – bis auf die Kissenausbildungen – geradflächige Bleche ausgebildet und geradlinig in vertikaler Orientierung auf dem Siebboden in dem Reaktorbehälter angeordnet sind. Dadurch wird eine in strömungstechnischer Hinsicht besonders vorteilhafte Ausführungsform verwirklicht, weil eine Umlenkung weder des Kühlmediums (ggf. Heizmediums) noch des Reaktionsmediums entlang der Reaktionsstrecke erforderlich ist.

Weitere vorteilhafte Merkmale sind im folgenden aufgeführt. So sieht die Erfindung vor, daß der Behälterboden und/oder die Behälterdecke lösbar mit dem Behältermantel des Reaktorbehälters verbunden sind und der Siebboden mit dem Plattenwärmetauscher aus den Thermoblechen und dem Katalysator aus dem Reaktorbehälter entnehmbar ist. Auf diese Weise werden sowohl das Einfüllen als auch der Austausch des Katalysators erheblich erleichtert, wobei es sich bei der lösbaren Behälterdecke um eine Behälterhaube handeln kann. Ferner empfiehlt die Erfindung, daß die Thermobleche zu einem oder mehreren Plattenpaketen zusammengesetzt sind, so daß eine in montagetechnischer und anpassungstechnischer Hinsicht besonders vorteilhafte Bauweise verwirklicht wird. Vorzugsweise liegt die Füllhöhe des Katalysators zwischen den Thermoblechen im bis 20 cm unterhalb der Oberkante des Plattenwärmetauschers,

BEST AVAILABLE COPY

so daß Reaktionsstrecken ohne Überslag gewährleistet sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Vertikalschnitt durch einen erfindungsgemäßen Reaktor,

Fig. 2 einen schematischen Horizontalschnitt durch den Gegenstand nach Fig. 1 und

Fig. 3 ausschnittsweise ein Thermoblech in schematischer Darstellung.

In den Figuren ist ein Reaktor 1 für die katalytische Umsetzung von Reaktionsmedien, insbesondere von gasförmigen Reaktionsmedien, dargestellt. Dieser Reaktor 1 weist einen Plattenwärmetauscher 2 zum Kühlen eines Katalysators 3 in einem Reaktorbehälter 4 auf. In dem Reaktorbehälter 4 sind nebeneinander mit vorgegebenem Abstand voneinander Wärmetauscherplatten 5 angeordnet. Zwischen den Wärmetauscherplatten 5 ist der von dem jeweiligen Reaktionsmedium durchströmte Katalysator 3 unter Festbettbildung angeordnet. Ferner sind eine Kühlmediumzuführung 6 im Bereich der Behälterdecke 7 und eine Kühlmediumabführung 8 im Bereich des Behälterbodens 9 vorgesehen.

Die Wärmetauscherplatten sind als von dem Kühlmedium durchströmte Thermobleche 5 ausgebildet. Der Plattenwärmetauscher 2 aus den Thermoblechen 5 ist der Behälterinnenwand angepaßt und auf einen Siebboden 10 aufgesetzt. Der Siebboden 10 weist eine Maschenweite auf, die geringer als die Korngröße des Katalysators 3 ist, bei dem es sich um Kugeln, Zylinder od. dgl. Preßlinge handeln kann. Im Bereich des Behälterbodens 9 ist eine Reaktionsmediumzuführung 11 und im Bereich der Behälterdecke 7 eine Reaktionsmediumabführung 12 vorgesehen. Das jeweilige Reaktionsmedium ist im Gegenstrom zu dem Kühlmedium geführt. Das ist durch Pfeile angedeutet. Ein solches Gegenstromverfahren läßt sich grundsätzlich auch dann verwirklichen, wenn das Reaktionsmedium oben in den Reaktorbehälter 4 eintritt und unten aus dem Reaktorbehälter 4 austritt und umgekehrt das Kühlmedium unten in den Reaktorbehälter 4 eintritt und oben aus dem Reaktorbehälter 4 austritt.

Der Behälterboden 9 und/oder die Behälterdecke 7, bei der es sich vorzugsweise um eine Haube handelt, sind lösbar mit dem Behältermantel des Reaktorbehälters 4 verbunden. Der Siebboden 10 ist mit dem Plattenwärmetauscher 2 und dem Katalysator 3 aus dem Reaktorbehälter 4 entfernbar.

Die Thermobleche 5 sind als im wesentlichen geradflächige punktgeschweißte Bleche mit kissenartigen Ausformungen 13 und elliptischen Strömungskanälen 14 ausgebildet und geradlinig in vertikaler Orientierung auf dem Siebboden angeordnet. Dadurch werden die Strömungsverhältnisse für einerseits das Reaktionsmedium und andererseits das Kühlmedium optimiert, weil insoweit auf die Strömung des Reaktionsmediums und Kühlmediums behindernde Umlenkungen verzichtet wird. - Die Thermobleche 5 können zu einem oder mehreren Plattenpaketen zusammengesetzt sein. Die Füllhöhe des Katalysators 3 zwischen den Thermoblechen liegt bei 15 cm bis 20 cm unterhalb der Oberkante des Plattenwärmetauschers 2 bzw. seiner Thermobleche 5.

Im Rahmen der Erfindung kann sich die Reaktionsmediumzuführung 11 auch im Bereich der Behälterdecke 7 und die Reaktionsmediumabführung 12 im Bereich des Behälterbodens 9 befinden.

#### Patentansprüche

1. Reaktor für die katalytische Umsetzung von Reaktionsmedien, insbesondere von gasförmigen Reaktions-

medien, mit einem Plattenwärmetauscher zum Kühlen eines Katalysators in einem Reaktorbehälter, wobei in dem Reaktorbehälter nebeneinander mit vorgegebenem Abstand voneinander Wärmetauscherplatten angeordnet und zwischen den Wärmetauscherplatten der von dem jeweiligen Reaktionsmedium durchströmte Katalysator unter Festbettbildung angeordnet ist, mit einer Kühlmediumzuführung im Bereich der Behälterdecke und einer Kühlmediumabführung im Bereich des Behälterbodens, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscherplatten als von dem Kühlmedium durchströmte Thermobleche (5) ausgebildet sind, die aus zumindest zwei Blechplatten aus Stahl bestehen, die an vorgegebenen Punkten unter Bildung von Strömungskanälen zusammengefügt sind, daß der Plattenwärmetauscher (2) aus den Thermoblechen (5) an die Behälterinnenwand angepaßt ist und auf einen Siebboden (10) aufgesetzt ist, daß der Siebboden (10) eine Maschenweite aufweist, die geringer als die Korngröße der Katalysatoren ist, wobei im Bereich des Behälterbodens (9) eine Reaktionsmediumzuführung (11) und im Bereich der Behälterdecke (7) eine Reaktionsmediumabführung (12) vorgesehen und das jeweilige Reaktionsmedium im Gegenstrom zu dem Kühlmedium geführt ist.

2. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälterboden (9) und/oder die Behälterdecke (7) lösbar mit dem Behältermantel des Reaktorbehälters (4) verbunden sind und der Siebboden (10) mit dem Plattenwärmetauscher (2) und dem Katalysator (3) aus dem Reaktorbehälter (4) entnehmbar ist.

3. Reaktor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Thermobleche (5) als im wesentlichen geradflächige Bleche ausgebildet und geradlinig in vertikaler Orientierung auf dem Siebboden (10) angeordnet sind.

4. Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Thermobleche (5) zu einem oder mehreren Plattenpaketen zusammengesetzt sind.

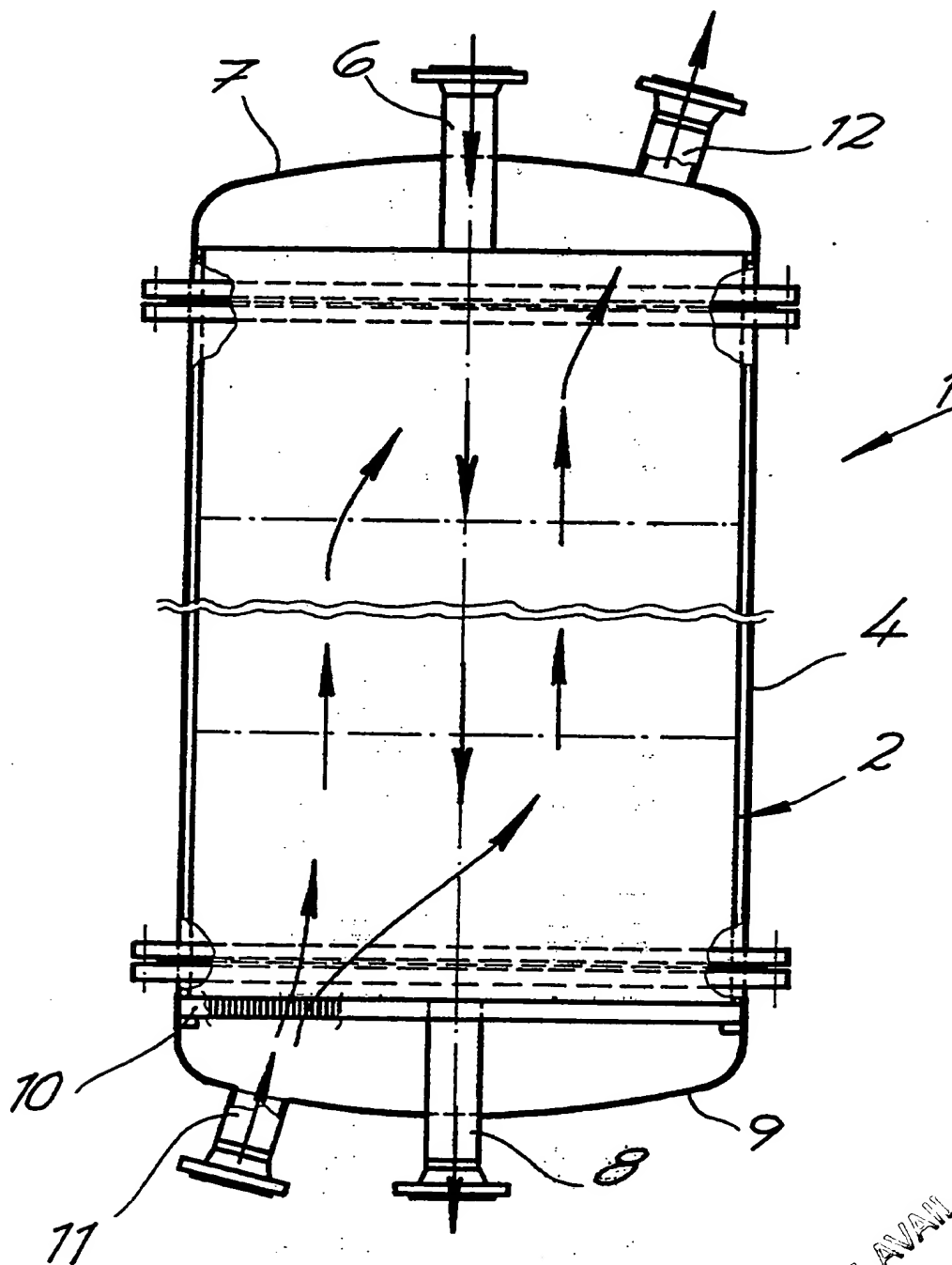
5. Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllhöhe des Katalysators (3) zwischen den Thermoblechen (5) 15 cm bis 20 cm unterhalb der Oberkante des Plattenwärmetauschers (2) bzw. seiner Thermobleche (5) liegt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

Fig. 1



BEST AVAILABLE COPY

Fig. 2

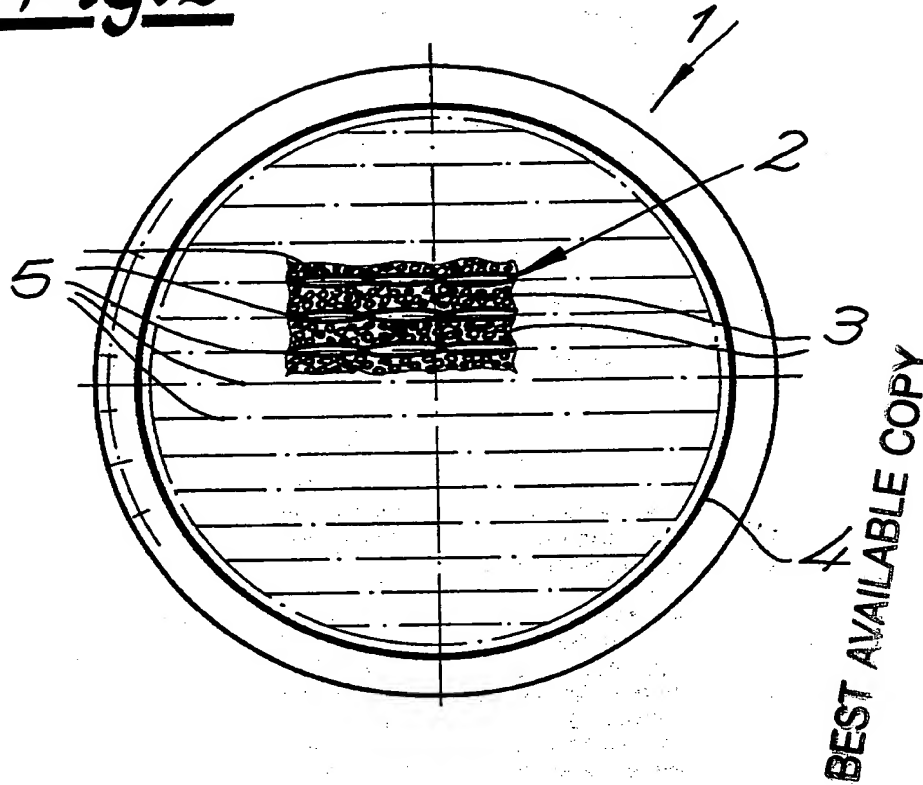


Fig. 3

